

## بررسی ترکیبات تری‌هالومتان در تصفیه‌خانه آب عباس آباد شهر همدان

روح‌اله کیانی<sup>۱</sup>، سهیل سبحان اردکانی<sup>۲\*</sup>، مهرداد چراغی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

\* نویسنده مسئول: سهیل سبحان اردکانی، دانشیار، گروه محیط‌زیست، واحد همدان،

دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران. ایمیل: s\_sobhan@iauh.ac.ir

DOI: 10.21859/hums-240110

### چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۲۶

### واژگان کلیدی:

آب

تری‌هالومتان‌ها

کروماتوگرافی گازی

مواد سرطان‌زا

**مقدمه:** کلرزنی یک روش رایج و موفق گندزدایی آب در سراسر جهان به‌ویژه کشورهای در حال توسعه است. ولی این فرآیند می‌تواند باعث ایجاد ترکیبات جانبی مخاطره‌آمیز و بعضاً سرطان‌زا همچون تری‌هالومتان‌ها شود. لذا، این مطالعه با هدف تعیین ترکیبات تری‌هالومتان در تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد شهر همدان در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

**روش کار:** در این مطالعه توصیفی-مقطعی پس از جمع‌آوری ۸۱ نمونه آب از ۳ ایستگاه منتخب به روش استاندارد و قرائت برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در محل، نسبت به انجام مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه و تعیین غلظت ترکیبات تری‌هالومتان در آن‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی اقدام شد. همچنین پردازش آماری داده‌ها نیز توسط نرم‌افزار SPSS انجام یافت.

**یافته‌ها:** کمینه میانگین غلظت ترکیبات برومو دی‌کلرومتان، بروموفرم، دی‌بروموکلرومتان و کلروفرم بر حسب میکروگرم در لیتر به ترتیب برابر با  $0/57 \pm 1/47$ ،  $0/35 \pm 1/47$ ،  $0/42 \pm 1/47$  و  $0/70 \pm 3/40$  و برای همه ترکیبات مربوط به ایستگاه ۱ بود. از طرفی بیشینه میانگین غلظت این ترکیبات نیز بر حسب میکروگرم در لیتر به ترتیب برابر با  $0/26 \pm 1/90$ ،  $1/10 \pm 2/36$ ، برای  $0/55 \pm 1/53$  و  $1/0 \pm 7/53$  و برای همه ترکیبات مربوط به ایستگاه ۳ بود. همچنین میانگین غلظت این ترکیبات از رهنمود سازمان‌های ملی استاندارد ایران و WHO کم‌تر بود.

**نتیجه گیری:** گرچه میانگین غلظت ترکیبات تری‌هالومتان در آب شرب تصفیه‌خانه عباس‌آباد بیش‌تر از حد مجاز نبود، اما با توجه به ورود فاضلاب رستوران‌ها و باغات در طول مسیر به رودخانه عباس‌آباد، پیش‌کلرزنی آب در حوضچه‌های استخر عباس‌آباد و از طرفی زمان ماند بالا و افزایش ریزش شاخ و برگ درختان به‌خصوص در فصل پاییز در سطح آب استخر، احتمال تشکیل تری‌هالومتان‌ها در آب افزایش می‌یابد. از این‌رو نسبت به پایش دوره‌ای تری‌هالومتان‌ها در خروجی تصفیه‌خانه توصیه می‌شود.

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

### مقدمه

غیر یکنواختی از ترکیبات آلی است که از گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم‌های زنده و مرده و مواد زائد تولیدی آن‌ها مشتق شده و از تجزیه این منابع وارد آب می‌شود. از میان مواد آلی موجود در آب‌های طبیعی، احتمالاً مواد هیومیک رنگی که معمولاً به‌صورت محلول هستند سهم عمده‌ای را به خود اختصاص داده و علاوه بر ایجاد رنگ، مزه و بو در آب، می‌تواند در اکسیداسیون و حذف فلزات سنگین مداخله نمایند [۵]. گندزدایی مهم‌ترین و معمول‌ترین فرآیند تصفیه آب است که با هدف حذف باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها انجام می‌یابد. در گندزدایی آب آشامیدنی، عوامل متعدد فیزیکی و یا شیمیایی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. در میان گندزدهای شیمیایی، کلر سال‌هاست که به دلایل

امروزه اهمیت آب شیرین که زندگی زیست‌مندان به آن بستگی دارد و تأثیر به‌سزای این منبع حیاتی بر نحوه و میزان پیشرفت جوامع در زمینه‌های صنعتی و کشاورزی بر هیچ کس پوشیده نیست و با توجه به جمعیت رو به افزایش جهان به‌خصوص در کشورهایی مانند ایران که به‌دلیل استقرار در اقلیم خشک و نیمه‌خشک با محدودیت منابع آب مواجه‌اند، بررسی و کنترل کمیت و کیفیت و از طرفی حفاظت و مدیریت منابع آب می‌تواند این جوامع را در رویارویی با بحران آب که در آینده‌ای نه‌چندان دور گریبان‌گیر بشر خواهد شد، یاری کند [۱-۳]. ترکیبات آلی از جمله ترکیبات زیان‌آوری هستند که در آب‌های سطحی یافت می‌شوند، و ممکن است منشأ طبیعی و یا مصنوعی داشته باشند [۴]. مواد آلی طبیعی (Natural Organic Matters) مخلوط

خون و شیمی خون اشاره کرد [۷، ۱۱-۱۶]. تاکنون چندین مطالعه در زمینه تعیین غلظت تری‌هالومتان‌ها در منابع آب آشامیدنی انجام یافته است. نتایج مطالعه نوشادی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که میانگین غلظت کلروفرم در شبکه آب شرب شهر شیراز برابر با ۳۹ میکروگرم در لیتر و کم‌تر از حد مجاز است [۷]. جعفری و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی مقادیر تری‌هالومتان‌ها در منابع آب شرب شهر لاهیجان نتیجه گرفتند که غلظت این ترکیبات در خروجی واحد کلرزی یعنی ابتدای شبکه توزیع آب شرب شهر بیش‌تر از رهنمود EPA است [۱۷]. نتایج مطالعه بابایی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که غلظت ترکیبات تری‌هالومتان در برخی نمونه‌های برداشت شده از شبکه توزیع آب شرب شهر اهواز از حد مجاز WHO و EPA بیش‌تر بود [۱۸].

بینا و همکاران (۱۳۹۱) بیشینه غلظت کلروفرم در شبکه توزیع آب شهر اصفهان برابر با ۲۸ میکروگرم در لیتر و کم‌تر از حد مجاز اعلام کردند [۱۹]. محمدیان فضلی و همکاران (۱۳۹۳) میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها در شبکه آب آشامیدنی شهر زنجان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ را کم‌تر از استانداردهای ملی و بین‌المللی اعلام کردند [۲۰]. خورده‌دان و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی غلظت تری‌هالومتان‌ها در آب شرب شهر بندرعباس انجام یافت، میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها را کم‌تر از رهنمود مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اعلام کردند [۲۱].

یزدانبخش و همکاران (۱۳۹۳) میانگین کل غلظت کلروفرم در شبکه توزیع آب شرب شهر تهران در سال ۱۳۸۸ را برابر با ۳۶/۵ میکروگرم در لیتر و کم‌تر از حد مجاز اعلام کردند [۲۲]. نتایج مطالعه علی‌دادی و همکاران (۱۳۹۴) بیان‌گر آن بود که میانگین غلظت کلروفرم در شبکه توزیع آب شرب شهر مشهد برابر با ۳/۵ میکروگرم در لیتر و کم‌تر از حد مجاز است [۲۳]. تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد واجد ۱۰ صافی تحت فشار و در مجموع با قابلیت تصفیه ۲۵۰ لیتر آب در ثانیه در پایین‌دست استخر عباس‌آباد شهر همدان واقع شده است. آب رودخانه گنج‌نامه (عباس‌آباد) با عبور از رستوران‌ها و باغات در طول مسیر خود به حوضچه‌های استخر عباس‌آباد منتقل و پس از پیش‌کلرزی و تزریق ماده منعقدکننده PAC به تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد وارد می‌شود. آب پس از عبور از صافی‌ها به‌منظور گندزدایی نهایی از نوع کلرزی گازی وارد مخزن ذخیره می‌شود. در نهایت آب گندزدایی شده به مخزن لوناپارک که اصلی‌ترین مخزن آب شهر همدان است به‌منظور مصارف خانگی منتقل می‌شود. لذا، با توجه به پیش‌کلرزی آب خام در محل

اقتصادی، سهولت کاربرد و قدرت تأثیر بالا به‌واسطه توانایی حذف کامل مخاطره بیماری‌های ناشی از آب، به‌عنوان گزینه منتخب در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های آب جهان از جمله ایران، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در سال‌های اخیر به‌علت مطرح شدن بحث احتمال تولید محصولات جانبی به‌ویژه ترکیبات تری‌هالومتان از طریق واکنش کلر و مواد آلی طبیعی همچون اسیدهای ناشی از فساد گیاهان (اسید هیومیک و اسیدفولیک)، مواد آلی مترشحه از جلبک‌ها و سایر موجودات آبی و نیز مواد آلی حاصل از فعالیت‌های انسانی مانند فاضلاب‌های شهری و صنعتی، زه‌آب‌های کشاورزی و شیرابه ناشی از زباله‌ها که به لحاظ وزن مولکولی اندک در مقایسه با بسیاری از املاح و ترکیبات معدنی موجود در آب از طریق روش‌های متداول تصفیه آب آشامیدنی حذف نمی‌شوند، و در نهایت عواقب بهداشتی آن، توجه بیش‌تری به نحوه و میزان مصرف کلر در فرآیند گندزدایی آب معطوف شده است [۶-۱۰]. تری‌هالومتان‌ها به‌عنوان یک دسته بزرگ از ترکیبات جانبی گندزدایی آب که تحت تأثیر غلظت اتم‌های هالوژن (کلر و برم)، مقادیر مواد آلی و به‌ویژه کربن آلی (TOC) موجود در آب خام، pH و دما تشکیل می‌شوند، شامل ۱۰ ترکیب مختلف بوده که مهم‌ترین آن‌ها کلروفرم ( $\text{CHCl}_3$ )، برومودی‌کلرومتان ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ )، دی‌بروموکلرومتان ( $\text{CHClBr}_2$ ) و بروموفورم ( $\text{CHBr}_3$ ) هستند [۷، ۱۱].

اگرچه غلظت تری‌هالومتان‌ها در آب‌های آشامیدنی گندزدایی شده با کلر اندک است، ولی با توجه به مخاطرات و سمیت بسیار بالای این ترکیبات از طرفی و تماس طولانی‌مدت و مستمر افراد در طول عمر خویش به‌واسطه مصرف آب آشامیدنی تصفیه شده و تعداد افراد جمعیت در معرض خطر، اهمیت بررسی غلظت تری‌هالومتان‌ها را نمایان می‌سازد. نتایج مطالعات بسیاری مخاطره‌آمیز بودن و بیماری‌زایی تری‌هالومتان‌ها و از جمله کلروفرم به‌ویژه از طریق جذب پوستی و تنفسی را به اثبات رسانیده است. به همین دلیل آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA) این ترکیبات را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های آب آشامیدنی مسبب سرطان و با آثار زیان‌بار بر سیستم اعصاب معرفی کرده است [۷]. از جمله مهم‌ترین مخاطرات ناشی از تری‌هالومتان‌ها که پس از انجام مطالعات اپیدمیولوژیک به اثبات رسیده است، می‌توان به سرطان مثانه و روده بزرگ، اثر بر دستگاه تناسلی و توان باروری، زایمان زودرس، سقط جنین، تولید جنین مرده، وزن کم نوزاد، تولد نوزاد ناقص، آسیب به کبد و کلیه و اختلال در سیستم گردش

از آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق روش ۵۰۱ ارائه‌شده توسط EPA و روش مندرج در کتاب روش‌های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب با دستگاه کروماتوگرافی گازی Agilent با دکتور جرمی و مجهز به آشکارساز رایش الکترون (ECD) مدل ۶۸۹۰ انجام یافت [۲۶، ۲۷].

پردازش آماری داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS انجام یافت. از آزمون Shapiro-Wilk برای بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های One-Sample T Test و Pearson's Correlation Coefficient و way ANOVA به ترتیب برای مقایسه میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها با مقادیر استاندارد، مقایسه میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مقایسه همبستگی بین میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها در نمونه‌ها با پارامترهای هدایت الکتریکی، pH، کدورت و کلر آزاد باقی‌مانده استفاده شد.

### یافته‌ها

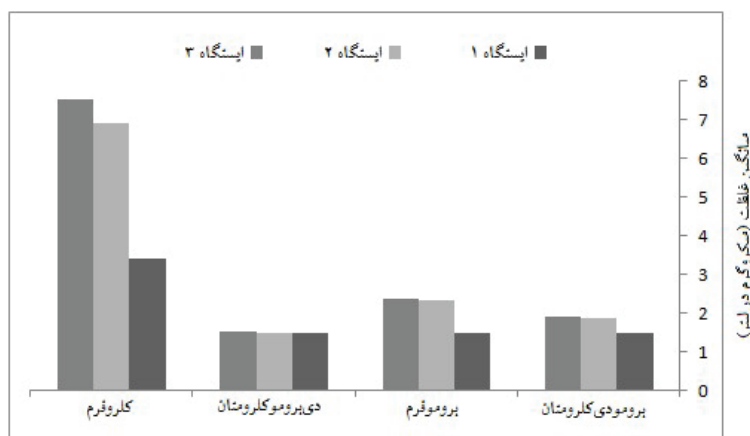
نتایج قرائت غلظت تری‌هالومتان‌ها، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مرتبط با این ترکیبات و رهنمود سازمان‌های ملی و بین‌المللی برای حد مجاز ترکیبات تری‌هالومتان در منابع آب آشامیدنی به ترتیب در تصویر ۱ و جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

نتایج مندرج در تصویر ۱ بیان‌گر آن است که بیشینه میانگین غلظت ترکیبات تری‌هالومتان بر حسب میکروگرم در لیتر در نمونه‌های مورد مطالعه در همه ایستگاه‌ها مربوط به کلروفرم و به ترتیب برابر با  $۰/۷۰ \pm ۳/۴۰$ ،  $۰/۹۵ \pm ۶/۹۰$  و  $۱/۰ \pm ۷/۵۳$  بود.

حوضچه‌های استخر عباس‌آباد، زمان ماند بالا و افزایش ریزش شاخ و برگ درختان به‌خصوص در فصل پاییز در سطح آب استخر عباس‌آباد و از طرفی ورود فاضلاب رستوران‌ها و باغات مجاور به آن، احتمال تشکیل تری‌هالومتان‌ها در آب بسیار افزایش می‌یابد. از این‌رو، با توجه به این‌که در ایام کم بارش آب تصفیه شده در تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد نقش مهمی در تأمین آب شرب شهر همدان ایفا می‌کند، این مطالعه با هدف تعیین غلظت تری‌هالومتان‌ها در خروجی این تصفیه‌خانه در فصل پاییز سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

### روش کار

در این مطالعه توصیفی-مقطعی، طی فصل پاییز ۱۳۹۴ با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه کوکران [۲۴]، از ورودی (ایستگاه ۱) و خروجی (ایستگاه ۲) تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد و از طرفی خروجی تصفیه‌خانه قبل از اتصال به شبکه توزیع آب شرب شهر همدان (مخزن لوناپارک) (ایستگاه ۳) هر ماه ۳ نمونه آب با فواصل ۱۰ روز در ۳ تکرار توسط بطری‌های شیشه‌ای ۱۵۰ میلی‌لیتری تیره استریل با دهانه باریک مطابق روش ۵۰۱/۲ ارائه شده توسط EPA و دستورالعمل‌های شماره ۸۹۱۰ و ۱۱۶۱۱ سازمان ملی استاندارد ایران و از عمق ۲۵ سانتی‌متری سطح آب برداشت شد (تعداد کل نمونه‌ها ۸۱ عدد بود) [۲۴، ۲۵]. پارامترهای هدایت الکتریکی، دما و pH توسط دستگاه مولتی پارامتر HANNA مدل HI۹۸۱۲-۵، کدورت توسط دستگاه کدورت‌سنج قابل حمل Hach مدل 210-Q و کلر آزاد باقی‌مانده نیز توسط دستگاه کلرسنج فوتومتریک قابل حمل Milwaukee-Martini مدل MI۴۱۱ در محل اندازه‌گیری شد. تعیین غلظت کلروفرم نیز پس



تصویر ۱: غلظت ترکیبات برومودی‌کلرومتان، بروموفرم، دی‌بروموکلرومتان و کلروفرم بر حسب میکروگرم در لیتر در تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد

| جدول ۱: مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی* نمونه‌های آب به تفکیک ایستگاه |      |  |             |  |                       |
|---|------|--|-------------|--|-----------------------|
| ایستگاه و دوره نمونه‌برداری   | pH   | کلر آزاد باقی‌مانده (میلی‌گرم در لیتر) | کدورت (NTU) | هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) | دما (درجه سانتی‌گراد) |
| ۱   |      |  |             |  |                       |
| ۱   | ۷/۹۵ | ۰/۱۴                                   | ۲۹/۳۰       | ۱۵۹/۲۰                                   | ۸/۴۰                  |
| ۲   | ۷/۶۹ | ۰/۱۲                                   | ۵/۵۰        | ۱۵۸/۴۰                                   | ۷/۱۰                  |
| ۳   | ۷/۷۲ | ۰/۰۴                                   | ۱/۳۶        | ۱۳۹/۶۰                                   | ۵/۲۰                  |
| ۲   |      |  |             |  |                       |
| ۱   | ۷/۹۹ | ۱/۶۱                                   | ۴/۱۱        | ۱۵۷/۷۰                                   | ۹/۱۰                  |
| ۲   | ۷/۵۹ | ۱/۵۳                                   | ۰/۵۵        | ۱۵۹/۳۰                                   | ۷/۷۰                  |
| ۳   | ۷/۵۵ | ۰/۲۹                                   | ۰/۴۴        | ۱۴۰/۲۰                                   | ۵/۸۰                  |
| ۳   |      |  |             |  |                       |
| ۱   | ۷/۹۶ | ۱/۵۴                                   | ۶/۰۴        | ۱۶۰/۵۰                                   | ۹/۸۰                  |
| ۲   | ۷/۶۴ | ۱/۴۵                                   | ۰/۵۸        | ۱۵۸/۸۰                                   | ۸/۷۰                  |
| ۳   | ۷/۷۳ | ۰/۲۴                                   | ۰/۴۷        | ۱۳۹/۹۰                                   | ۶/۶۰                  |

\*اعداد مربوط به میانگین ۹ نمونه می‌باشد.

| جدول ۲: رهنمود سازمان‌های ملی و بین‌المللی برای حد مجاز ترکیبات تری‌هالومتان در منابع آب آشامیدنی [۲۸-۳۰] |                  |          |                  |         |
|---|------------------|----------|------------------|---------|
| سازمان  | برومودی کلرومتان | بروموفرم | دی‌بروموکلرومتان | کلروفرم |
| سازمان ملی استاندارد ایران  | ۶۰               | ۱۰۰      | ۱۰۰              | ۳۰۰     |
| WHO   | ۶۰               | ۱۰۰      | ۱۰۰              | ۳۰۰     |
| EPA   | ۰                | ۰        | ۶۰               | ۷۰      |

نتایج آزمون Shapiro-Wilk بیان‌گر آن بود که با توجه به سطح معنی‌داری (P) بزرگ‌تر از ۰/۰۵، داده‌های مربوط به غلظت ترکیبات برومودی کلرومتان، بروموفرم، دی‌بروموکلرومتان و کلروفرم در نمونه‌های آب از توزیع نرمال برخوردار هستند. نتایج آزمون One Sample T Test بیان‌گر آن بود که با توجه به سطح معنی‌داری (P) کوچک‌تر از ۰/۰۵، میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری با رهنمودهای سازمان ملی استاندارد ایران و WHO اختلاف معنی‌دار آماری داشته و کم‌تر از استاندارد است. از طرفی نتایج مقایسه میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها با رهنمود EPA بیان‌گر آن بود که میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری با رهنمود EPA اختلاف معنی‌دار آماری دارد (P < ۰/۰۵). بدین صورت که میانگین غلظت برومودی کلرومتان و بروموفرم در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از حد مجاز بیشتر و میانگین غلظت

دی‌بروموکلرومتان و کلروفرم در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از حد مجاز کم‌تر بود. نتایج آزمون One-way ANOVA بیان‌گر آن بود که بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نظر میانگین غلظت ترکیبات برومودی کلرومتان، بروموفرم، دی‌بروموکلرومتان اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد. نتایج بررسی همبستگی بین میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها با مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه بیان‌گر آن بود که بین میانگین غلظت کلروفرم و بروموفرم، بین میانگین غلظت کلر آزاد باقی‌مانده، بین دما و میانگین غلظت کلروفرم و بین دما و میانگین غلظت کلر آزاد باقی‌مانده با ضریب همبستگی (r) به ترتیب برابر با ۰/۸۱۲، ۰/۷۰۵، ۰/۷۹۱ و ۰/۷۶۸ و سطح

معنی داری (P) کوچک‌تر از ۰/۰۵، همبستگی مثبت وجود دارد.

## بحث

نتایج مطالعات بیان‌گر آن است که مقادیر مواد آلی، دما، زمان تماس، pH و غلظت کلر از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشکیل تری‌هالومتان‌ها در منابع آب می‌باشند [۲۲، ۳۱، ۳۲]. نتایج قرائت غلظت باقی‌مانده تری‌هالومتان‌ها در تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد نشان داد که بیشینه میانگین غلظت همه تری‌هالومتان‌ها مربوط به ایستگاه ۳ بود. این موضوع را می‌توان با زمان تماس یا زمان ماند آب و تشکیل ترکیبات جانبی ناشی از کلرزنی مرتبط دانست [۱۷، ۳۳، ۳۴]. در سایر مطالعات نیز ثابت شده است که با افزایش مدت تماس، غلظت THMs در آب گندزدایی شده افزایش می‌یابد. در این رابطه، جعفری و همکاران (۱۳۸۷) نیز با بررسی مقادیر تری‌هالومتان‌ها در منابع آب شرب شهر لاهیجان نتیجه گرفتند که بیشینه میانگین غلظت این ترکیبات مربوط به انتهای شبکه توزیع آب شرب شهر است [۱۷]. یزدانبخش و همکاران نیز با بررسی مقادیر تری‌هالومتان‌ها در شبکه توزیع آب شرب شهر تهران عنوان کردند که در خروجی تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه در مقایسه با شبکه توزیع، به دلیل زمان تماس کم، همبستگی بسیار ضعیفی ( $r = 0/259$ ) بین میانگین غلظت کلر آزاد باقی‌مانده با میانگین غلظت کلروفرم وجود داشت [۲۲]. از طرفی در مطالعه ایوان تومباس و همکاران (۱۹۹۹) مشخص شد که هر چه زمان واکنش بین کلر با ترکیبات آلی موجود در آب بیش‌تر باشد توان تشکیل کلروفرم در آب نیز افزایش خواهد یافت [۳۵].

با افزایش دمای آب، سرعت واکنش‌ها و از جمله مصرف کلر در آب افزایش می‌یابد و همین امر منجر به افزایش تشکیل محصولات جانبی ناشی از فرآیند کلرزنی از جمله تری‌هالومتان‌ها می‌شود [۳۶-۴۰]. اثبات شده است که ارتباط بین تشکیل تری‌هالومتان‌ها و درجه حرارت غیرخطی است و درجه حرارت بحرانی برای تشکیل ترکیبات تری‌هالومتان، تقریباً ۱۹ درجه سانتی‌گراد است. با نزدیک شدن درجه حرارت به دمای بحرانی، مقدار تشکیل تری‌هالومتان‌ها افزایش می‌یابد [۳۱]. نتایج این مطالعه نشان داد که با کاهش دمای آب از مهرماه تا آذرماه، غلظت تری‌هالومتان‌ها نیز در نمونه‌ها کاهش یافته است. ضمن این‌که نتایج آزمون همبستگی پیرسون نیز همبستگی مثبت معنی‌دار بین دما و میانگین غلظت کلروفرم و کلر آزاد باقی‌مانده را به اثبات رساند. نتایج مطالعه کونکه و همکاران (۱۹۸۶) نیز نشان داد که سرعت تشکیل کلروفرم در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد

معمولاً ۶۰ تا ۷۰% کم‌تر از دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد است [۴۰]. کاهش غلظت کلر آزاد باقی‌مانده در نمونه‌های آب با کاهش دمای آب و نزدیک شدن به فصل سرد سال را می‌توان با مقادیر کم‌تر کلر مورد نیاز برای گندزدایی آب در فصول سرد سال در مقایسه با فصل تابستان مرتبط دانست. همچنین با توجه به این‌که با کاهش بار مواد آلی طبیعی ورودی به آب، تشکیل تری‌هالومتان‌ها کاهش می‌یابد [۴۱]. کاهش غلظت تری‌هالومتان‌ها در نمونه‌های مورد بررسی در این مطالعه در طی دوره نمونه‌برداری را می‌توان با کاهش بار مواد آلی ورودی به آب استخر عباس‌آباد در اواخر فصل پاییز مرتبط دانست. در سایر مطالعات به اثبات رسیده است که غلظت کلروفرم در منابع آب شرب با غلظت باقی‌مانده کلر همبستگی قوی مثبت دارد [۳۹، ۴۲]. بدین صورت‌که با افزودن کلر به آب برای گندزدایی، در pH اسیدی به‌واسطه تشکیل اسید هیپوکلروس (HOCl) و در pH قلیایی به‌واسطه تشکیل یون‌های هیپوکلریت (OCl<sup>-</sup>) کلروفرم تشکیل می‌شود [۲۲]. با توجه به این‌که در این مطالعه pH نمونه‌های آب در محدوده ۷/۵۵ تا ۷/۹۹ اندازه‌گیری شد. بنابراین، با توجه به وجود شرایط مطلوب برای تشکیل اسید هیپوکلروس، کلروفرم در آب تولید شده است. یزدانبخش و همکاران نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که با توجه به pH اسیدی آب و شرایط مناسب برای تشکیل HOCl، بین غلظت باقی‌مانده کلر و غلظت کلروفرم در منابع آب شرب همبستگی بسیار قوی مثبت ( $r = 0/981$ ) وجود داشت [۲۲]. مطالعه چو و همکاران (۲۰۰۹) نیز این موضوع را تأیید کرد [۴۳].

pH به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر تشکیل کلروفرم شناخته است. زیرا با افزایش pH غلظت یون‌های OH<sup>-</sup> در محلول افزایش پیدا کرده و از طرفی میزان انحلال اسیدهای هیومیک که به‌عنوان پیش‌سازهای تری‌هالومتان‌ها و به‌ویژه کلروفرم محسوب می‌شوند نیز افزایش می‌یابد و بنابراین امکان تشکیل محصولات جانبی گندزدایی افزایش پیدا می‌کند [۲۲]. ثابت شده است که ارتباط بین غلظت تری‌هالومتان‌ها و میزان pH غیرخطی است [۴۴]. از دیگر عوامل تأثیرگذار بر توان تشکیل ترکیبات تری‌هالومتان در آب آشامیدنی، غلظت مواد آلی موجود در آب است. هرچه غلظت ماده‌آلی موجود در آب بیش‌تر باشد، مقدار کلر بیش‌تری برای گندزدایی آب مورد نیاز خواهد بود و همچنین غلظت بیش‌تری از مواد آلی برای انجام واکنش با کلر در دسترس خواهد بود. در نتیجه واکنش مواد آلی با کلر با شدت بیش‌تری صورت می‌گیرد و مقدار تشکیل ترکیبات تری‌هالومتان در آب افزایش می‌یابد. بنابراین توان

در خروجی واحد کلرزی یعنی ابتدای شبکه توزیع آب شرب شهر بیش‌تر از رهنمود EPA است [۱۷]، که با نتایج حاصل از این پژوهش که نشان داد میانگین غلظت برومودی کلرومتان و بروموفرم در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رهنمود EPA بیش‌تر بود، مطابقت دارد.

### نتیجه گیری

با استناد به نتایج این مطالعه، میانگین غلظت ترکیبات تری‌هالومتان در نمونه‌ها از رهنمود سازمان‌های ملی استاندارد ایران و بهداشت جهانی کم‌تر بود. از طرفی میانگین غلظت کلروفورم نیز به‌عنوان ترکیب اصلی در بین ترکیبات تری‌هالومتان از رهنمود EPA کم‌تر بود. بنابراین استفاده از آب شرب تصفیه‌خانه عباس‌آباد به لحاظ وجود ترکیبات تری‌هالومتان عواقب مخاطره‌آمیز بهداشتی برای مصرف‌کنندگان به همراه ندارد. اما با توجه به ورود فاضلاب رستوران‌ها و باغات در طول مسیر به رودخانه گنج‌نامه، پیش‌کلرزی آب در حوضچه‌های استخر عباس‌آباد و از طرفی زمان ماند بالا و افزایش ریزش شاخ و برگ درختان به‌خصوص در فصل پاییز در سطح آب استخر عباس‌آباد، احتمال تشکیل تری‌هالومتان‌ها در آب افزایش می‌یابد. از این‌رو ضمن توصیه به جایگزینی فرآیند پیش‌اکسیداسیون همچون ازناسیون به‌جای پیش‌کلرزی، نسبت به پایش دوره‌ای تری‌هالومتان‌ها در خروجی تصفیه‌خانه و همچنین کنترل مداوم و متوالی غلظت مواد آلی کربن‌دار در ورودی تصفیه‌خانه به‌منظور حفظ سلامت مصرف‌کنندگان تاکید می‌شود.

### سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان می‌باشد. بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهش و فناوری دانش‌گاه اعلام می‌داریم. ضمناً نتایج این مطالعه با منافع نویسندگان در تضاد نیست.

### REFERENCES

- Sobhanardakani S, Jamali M, Maânijou M. [Evaluation of As, Zn, Cr and Mn concentrations in groundwater resources of Razan Plain and preparing the zoning map using GIS]. *J Environ Sci Technol*. 2014;16(2):25-38.
- Sobhanardakani S, Mehrabi Z, Ehteshami M. [Effect of aquaculture farms wastewater on physicochemical parameters of Kabkian River, 2011-12]. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2014;24(113):140-9.
- Sobhanardakani S, Talebiani S, Maânijou M. [Evaluation of As, Zn, Pb and Cu concentrations in groundwater resources of Toyserkan Plain and preparing the zoning map using GIS]. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2014;24(114):120-9.
- Kim YI, Bae BU. Design and evaluation of hydraulic baffled-channel PAC contactor for taste and odor removal from drinking water supplies. *Water Res*. 2007;41(10):2256-64. DOI: [10.1016/j.watres.2007.02.005](https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.02.005) PMID: [17400274](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17400274/)
- Dargahi A, Pirsaeheb M, Poureshgh Y, Dargahi A. [Removal of natural organic matter (NOMs) from water using air stripping system]. *J Health*. 2013;4(1):77-83.
- Fooladvand M, Ramavandi B, Zandi K, Ardestani M. Investigation of trihalomethanes formation potential in Karoon River water, Iran. *Environ Monit Assess*. 2011;178(1-4):63-71. DOI: [10.1007/s10661-010-1672-4](https://doi.org/10.1007/s10661-010-1672-4) PMID: [20824334](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20824334/)
- Noshadi M, Taleb Bidokhti N, Nejati E. [Survey of the trihalomethanes formation in drinking water distribution networks of Shiraz]. *Water Res Eng*. 2012;5(3):29-39.
- Ramavandi B, Farjadfard S, Ardjmand M, Dobaradaran S. Effect of water quality and operational parameters on trihalomethanes

تشکیل ترکیبات تری‌هالومتان با غلظت مواد آلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد [۴۵]. نتایج مطالعه نوشادی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی شبکه آب شرب شیراز نشان داد که بیشینه میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها مربوط به ایستگاه‌هایی با بار بالای مواد آلی است [۷]. از طرفی کدورت آب با مقدار مواد آلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد. به‌طوری‌که با افزایش کدورت آب مقدار مواد آلی موجود در آن بیش‌تر شده و مقدار ترکیبات تری‌هالومتان نیز افزایش می‌یابد. بنابراین تشکیل ترکیبات تری‌هالومتان با کدورت آب به‌صورت غیرخطی می‌باشد [۴۶]. از طرفی بین هدایت الکتریکی آب با تشکیل تری‌هالومتان‌ها هیچ ارتباطی وجود ندارد [۳۴]. نتایج این مطالعه بیان‌گر آن بود که میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رهنمودهای سازمان ملی استاندارد ایران و WHO کم‌تر است. نتایج مطالعه یزدانبخش و همکاران نیز میانگین کل غلظت کلروفورم در شبکه توزیع آب شرب شهر تهران را کم‌تر از حد مجاز برآورد کرد [۲۲]. عندلیب و همکاران (۱۳۹۰) نیز با بررسی غلظت تری‌هالومتان‌ها در آب شرب یزد نتیجه گرفتند که میانگین غلظت این ترکیبات در نمونه‌ها با ۱۲/۲۶ میلی‌گرم در لیتر بسیار کم‌تر از حد مجاز است [۴۷]. از طرفی نتایج مقایسه میانگین غلظت تری‌هالومتان‌ها با رهنمود EPA نشان داد که میانگین غلظت دی‌بروموکلرومتان و کلروفورم در همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از حد مجاز کم‌تر است. در این رابطه، نتایج مطالعه نوشادی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که میانگین غلظت کلروفورم در شبکه آب شرب شهر شیراز برابر با ۳۹ میکروگرم در لیتر و کم‌تر از رهنمود EPA است [۷]. علی‌دادی و همکاران (۱۳۹۴) نیز پس از تعیین غلظت کلروفورم در شبکه توزیع آب شرب شهر مشهد اعلام کردند که میانگین غلظت این ترکیب با ۳/۵ میکروگرم در لیتر کم‌تر از رهنمود EPA است [۲۳]. جعفری و همکاران (۱۳۸۷) نیز با بررسی مقادیر تری‌هالومتان‌ها در منابع آب شرب شهر لاهیجان نتیجه گرفتند که غلظت این ترکیبات

- formation potential in Dez River water, Iran. *Water Res Ind.* 2015;11:1-12. DOI: [10.1016/j.wri.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.wri.2015.03.002)
9. Serodes JB, Rodriguez MJ, Li H, Bouchard C. Occurrence of THMs and HAAs in experimental chlorinated waters of the Quebec City area (Canada). *Chemosphere.* 2003;51(4):253-63. DOI: [10.1016/S0045-6535\(02\)00840-8](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00840-8) PMID: [12604077](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12604077/)
  10. Perez Pavon JL, Herrero Martin S, Garcia Pinto C, Moreno Cordero B. Determination of trihalomethanes in water samples: a review. *Anal Chim Acta.* 2008;629(1-2):6-23. DOI: [10.1016/j.aca.2008.09.042](https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.09.042) PMID: [18940317](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18940317/)
  11. Samadi MT, Nasserli S, Mesdaghinia A, Alizadefard MR. [A comparative study on THMS removal efficiencies from drinking water through nanofiltration and air stripping packed-column]. *J Water Wastewater.* 2006;57:14-21.
  12. Nieuwenhuijsen MJ, Toledano MB, Elliott PAUL. Uptake of chlorination disinfection by-products; a review and a discussion of its implications for exposure assessment in epidemiological studies. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology.* 2000;10(6):586-99. DOI: [10.1038/sj.jea.7500139](https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500139)
  13. Graves CG, Matanoski GM, Tardiff RG. Weight of evidence for an association between adverse reproductive and developmental effects and exposure to disinfection by-products: a critical review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2001;34(2):103-24. DOI: [10.1006/rtp.2001.1494](https://doi.org/10.1006/rtp.2001.1494) PMID: [11603954](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11603954/)
  14. Cedergren MI, Selbing AJ, Lofman O, Kallen BA. Chlorination byproducts and nitrate in drinking water and risk for congenital cardiac defects. *Environ Res.* 2002;89(2):124-30. PMID: [12123645](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12123645/)
  15. Wright JM, Schwartz J, Dockery DW. Effect of trihalomethane exposure on fetal development. *Occup Environ Med.* 2003;60(3):173-80. PMID: [12598663](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12598663/)
  16. Toledano MB, Nieuwenhuijsen MJ, Best N, Whitaker H, Hambly P, de Hoogh C, et al. Relation of trihalomethane concentrations in public water supplies to stillbirth and birth weight in three water regions in England. *Environ Health Perspect.* 2005;113(2):225-32. PMID: [15687062](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15687062/)
  17. Jafari M, Taghavi K, Hasani A. [Survey the THMs value in drinking water in lahijan and suggestions in order to product control after disinfection]. *J Guilan Univ Med Sci.* 2009;17(68):1-6.
  18. Babaei AA, Atari L, Ahmadi M, Alavi N, Angali KA. [Determination of trihalomethanes concentration in Ahvaz water distribution network in 2011]. *Jentashapir J.* 2013;3(4):469-77.
  19. Bina B, Mohammadi A, Ebrahimi A, Amin MM, Pourzamani H, Nemati MS. [Survey of Chloroform Concentration in the Water Distribution System of Isfahan, Iran, and Zoning by GIS]. *J Health Sys Res.* 2012;8(2):204-13.
  20. Mohammadian Fazli M, Mehrasbi M, Azari Z, Nasiri J. [Evaluation of trihalomethanes (THMs) concentration in drinking water of Zanjan in 2013]. *J Jiroft Univ Med Sci.* 2014;1(2):85-93.
  21. Khordehdan R, Azimi A, Baghdadi M, Zahedi A. [Determination of trihalomethanes (THMs) in drinking water of eastern part of Bandar Abbas City and feasibility of removing with ultrasonic irradiation]. *J Water Wastewater.* 2014;25(2):108-13.
  22. Yazdanbakhsh A, Leili M, Rezazadeh Azari M, Masoudinejad M, Majlesi M. [Chloroform concentration in drinking water of Tehran, 2009]. *J Mazandaran Univ Med Sci.* 2015;24(114):102-13.
  23. Alidadi H, Sadeghi A, Asadi B. [Survey of trihalomethane concentration (THMs) with chloroform index in Mashhad drinking water city in 2012]. *J North Khorasan Univ Med Sci* 2015;7(2):329-37.
  24. Sobhanardakani S, Talebani S, Maanijou M. [Evaluation of As, Zn, Pb and Cu concentrations in ground water resources of Toyserkan Plain and preparing the zoning map using GIS]. *J Mazandaran Univ Med Sci.* 2014;24(114):120-9.
  25. Kheradpisheh Z, Aghamolaei T, Dindarloo K, Salehi Najafabadi M, Madani A. [Determination of trihalomethane concentrations in indoor swimming pools water of Bandar Abbas, Iran]. *J Hormozgan Univ Med Sci.* 2013;16(6):501-8.
  26. Eaton A, Clesceri L, Rice E. Standard methods for the examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
  27. Chiang PC, Chang EE, Chang PC, Huang CP. Effects of pre-ozonation on the removal of THM precursors by coagulation. *Sci Total Environ.* 2009;407(21):5735-42. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2009.07.024](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.07.024) PMID: [19674771](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19674771/)
  28. Iran IoSaIRo. Drinking water-Physical and chemical specifications. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2011. p. 11.
  29. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2011.
  30. Agency EP. Drinking Water Guidance on Disinfection By-Products: Office of Environmental Enforcement; 2008.
  31. Garcia-Villanova RJ, Garcia C, Gomez JA, Garcia MP, Ardanuy R. Formation, evolution and modeling of trihalomethanes in the drinking water of a town: I. At the municipal treatment utilities. *Water Res.* 1997;31(6):1299-308. DOI: [10.1016/s0043-1354\(96\)00335-1](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(96)00335-1)
  32. Rodriguez MJ, Serodes JB. Spatial and temporal evolution of trihalomethanes in three water distribution systems. *Water Res.* 2001;35(6):1572-86. DOI: [10.1016/s0043-1354\(00\)00403-6](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(00)00403-6) PMID: [11317905](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11317905/)
  33. Rodriguez MJ, Sérodes J-B, Levallois P, Proulx F. Chlorinated disinfection by-products in drinking water according to source, treatment, season, and distribution location. *J Environ Eng Sci.* 2007;6(4):355-65. DOI: [10.1139/s06-055](https://doi.org/10.1139/s06-055)
  34. Ye B, Wang W, Yang L, Wei J, E X. Factors influencing disinfection by-products formation in drinking water of six cities in China. *J Hazard Mater.* 2009;171(1-3):147-52. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2009.05.117](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.117) PMID: [19540042](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19540042/)
  35. Ivancev-Tumbas J, Dalmacija B, Tamas Z, Karlovic E. The effect of different drinking water treatment processes on the rate of chloroform formation in the reactions of natural organic matter with hypochlorite. *Water Res.* 1999;33(18):3715-22. DOI: [10.1016/s0043-1354\(99\)00070-6](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(99)00070-6)
  36. Williams DT, LeBel GL, Benoit FM. Disinfection by-products in Canadian drinking water. *Chemosph.* 1997;34(2):299-316. DOI: [10.1016/s0045-6535\(96\)00378-5](https://doi.org/10.1016/s0045-6535(96)00378-5)
  37. Milot J, Rodriguez MJ, Sérodes JB. Modeling the susceptibility of drinking water utilities to form high concentrations of trihalomethanes. *J Environ Manage.* 2000;60(2):155-71. DOI: [10.1006/jema.2000.0368](https://doi.org/10.1006/jema.2000.0368)
  38. Sohn J, Gatel D, Amy G. Monitoring and modeling of disinfection by-products (DBPs). *Environ Monit Assess.* 2001;70(1-2):211-22. PMID: [11516016](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11516016/)
  39. Toroz I, Uyak V. Seasonal variations of trihalomethanes (THMs) in water distribution networks of Istanbul City. *Desalin.* 2005;176(1-3):127-41. DOI: [10.1016/j.desal.2004.11.008](https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.11.008)
  40. Knocke WR, West S, Hoehn RC. Effects of low temperature on the removal of trihalomethane precursors by coagulation. *J Am Water Work Assoc.* 1986:189-95.
  41. Zoqi M, Jafari M. A neural network model for prediction of trihalomethane concentration in drinking water. *J Environ Sci Technol.* 2014;16(3):1-10.
  42. Wei QS, Feng CH, Wang DS, Shi BY, Zhang LT, Wei Q, et al. Seasonal variations of chemical and physical characteristics of dissolved organic matter and trihalomethane precursors in a reservoir: a case study. *J Hazard Mater.* 2008;150(2):257-64. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2007.04.096](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.04.096) PMID: [17560713](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17560713/)
  43. Chu WH, Gao NY, Deng Y, Dong BZ. Formation of chloroform during chlorination of alanine in drinking water. *Chemosphere.* 2009;77(10):1346-51. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2009.09.030](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.09.030) PMID: [19822347](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19822347/)
  44. Abdullah MP, Yew CH, Ramli MS. Formation, modeling and validation of trihalomethanes (THM) in Malaysian drinking water: a case study in the districts of Tampin, Negeri Sembilan and Sabak Bernam, Selangor, Malaysia. *Water Res.* 2003;37(19):4637-44. DOI: [10.1016/j.watres.2003.07.005](https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.07.005) PMID: [14568050](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14568050/)
  45. Matamoros V, Mujeriego R, Bayona JM. Trihalomethane occurrence in chlorinated reclaimed water at full-scale wastewater treatment plants in NE Spain. *Water Res.* 2007;41(15):3337-44. DOI: [10.1016/j.watres.2007.04.021](https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.04.021) PMID: [17585988](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17585988/)
  46. Platikanov S, Puig X, Martin J, Tauler R. Chemometric modeling and prediction of trihalomethane formation in Barcelona's water works plant. *Water Res.* 2007;41(15):3394-406. DOI: [10.1016/j.watres.2007.04.015](https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.04.015) PMID: [17599385](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17599385/)
  47. Andalib A, Ganjidoust H, Ayati B, Khodadadi A. [Investigation of amount and effective factors on trihalomethane production in potable water of Yazd]. *Iranian J Health Environ* 2011;4(2):137-48.

## Investigation of Trihalomethanes in Drinking Water of Abbas Abad Water Treatment Plant

Roholah Kiani <sup>1</sup>, Soheil Sobhanardakani <sup>2,\*</sup>, Mehrdad Cheraghi <sup>2</sup>

<sup>1</sup> M.Sc., Department of Environmental Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

\* Corresponding author: Soheil Sobhanardakani, Associate Professor, Department of Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

E-mail: s\_sobhan@iauh.ac.ir

DOI: 10.21859/hums-240110

Received: 09.12.2016

Accepted: 15.04.2017

### Keywords:

Carcinogen

Gas Chromatography

Trihalomethanes

Water

### How to Cite this Article:

Kiani R, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Investigation of Trihalomethanes in Drinking Water of Abbas Abad Water Treatment Plant. *Sci J Hamadan Univ Med Sci.* 2017;24(1):72-79. DOI: 10.21859/hums-240110

© 2017 Hamadan University of Medical Sciences.

### Abstract

**Introduction:** Chlorination is the most common and successful method for disinfection of drinking water, especially in developing countries. However, due to the probability of formation of disinfection by-products especially Trihalomethanes (THMs) that are known as hazardous and usually carcinogenic compounds, this study was conducted to assess the investigation of THMs in drinking water of Abbas Abad water treatment plant in 2015.

**Methods:** In this study, 81 water samples were gathered during autumn season of 2015. Temperature, pH, Ec, turbidity, and residual chlorine were measured on site. After samples preparation in the laboratory, THMs concentrations were determined using gas chromatography. All statistical analyses were performed using the SPSS statistical package.

**Results:** The results showed that the minimum and maximum mean concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) for bromodichloromethane were  $1.47 \pm 0.57$  and  $1.90 \pm 0.26$ , for bromoform were  $1.47 \pm 0.35$  and  $2.36 \pm 1.10$ , for dibromochloromethane were  $1.47 \pm 0.42$  and  $1.53 \pm 0.55$ , and for chloroform were  $3.40 \pm 0.70$  and  $7.53 \pm 1.00$ , and all compounds were determined for stations 1 and 3, respectively. Also comparing the mean concentrations of assessed THMs with ISIRI and World Health Organization (WHO) Maximum Permissible Limits (MPL) showed significant differences ( $P < 0.05$ ). Thus, the mean concentrations of all Trihalomethanes compounds were significantly lower than the maximum permissible limits.

**Conclusion:** Although the mean concentrations of THMs were lower than MPL, yet due to discharge of restaurants and gardens' wastewater into the Abbas Abad River, pre-chlorination process of water in Abbas Abad water treatment plant, high retention time and increasing loss of foliage into the water, especially in autumn season, the formation of Trihalomethanes compounds could increase. Therefore, periodic monitoring of THMs in drinking water distribution network is recommended.